

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-045015

(43)Date of publication of application : 14.02.2003

(51)Int.Cl.

G11B 5/667

G11B 5/65

G11B 5/738

G11B 5/851

H01F 10/30

(21)Application number : 2001-228788

(71)Applicant : ANELVA CORP

(22)Date of filing : 27.07.2001

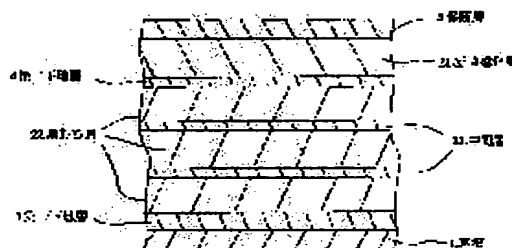
(72)Inventor : FURUKAWA SHINJI  
WATANABE NAOKI

## (54) PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve low noise in a perpendicular magnetic recording medium.

SOLUTION: A magnetic recording layer formed on a substrate 1 is a perpendicular magnetization layer 21 on which recording is carried out by magnetization in a direction perpendicular to the substrate 1, and a lining layer 22 is provided in the substrate 1 side of the perpendicular magnetization layer 21 so as to set the direction of the magnetization on the perpendicular magnetization layer 2 more in a perpendicular direction. The lining layer 22 is constituted of a plurality of laminated soft magnetic films, and a middle layer 23 is inserted into an interface thereof to suppress the generation of a magnetic wall in the lining layer 22. The middle layer 23 is constituted of a ruthenium film, and a pair of adjacent soft magnetic sandwiching the middle layer are coupled interlayer antiferromagnetically. By the interlayer antiferromagnetic coupling, the generation of the magnetic wall in the lining layer 22 is suppressed, and spike noise generated by the magnetic wall is reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-45015

(P2003-45015A)

(43) 公開日 平成15年2月14日 (2003.2.14)

(51) Int. Cl.

識別記号

F I

テーマト(参考)

G 1 1 B 5/667

G 1 1 B 5/667

5 D 0 0 6

5/65

5/65

5 D 1 1 2

5/738

5/738

5 E 0 4 9

5/851

5/851

H 0 1 F 10/30

H 0 1 F 10/30

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願2001-223788(P2001-223788)

(22) 出願日

平成13年7月27日(2001.7.27)

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社

東京都府中市四谷6丁目8番1号

(72) 発明者 古川 真司

東京都府中市四谷6丁目8番1号アネルバ

株式会社内

(72) 発明者 渡辺 直樹

東京都府中市四谷6丁目8番1号アネルバ

株式会社内

(74) 代理人 100097548

弁理士 保立 浩一

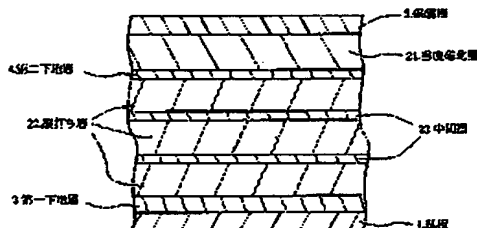
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体及び垂直磁気記録媒体製造方法

(57) 【要約】

【課題】 垂直磁気記録媒体において、低ノイズ化を達成する。

【解決手段】 基板1上に形成された磁気記録層は、基板1に垂直な方向での磁化により記録が行われる垂直磁化層21であり、垂直磁化層21における磁化の方向がより垂直な方向に向くようにする裏打ち層22が垂直磁化層21の基板側1に設けられている。裏打ち層22は積層された複数の軟磁性膜より成るものであってそれらの界面には、裏打ち層22における磁壁発生を抑制する中間層23が挿入されている。中間層23はルテニウム膜で形成され、それを挟んで隣接する一対の軟磁性膜を層間反強磁性結合させる。層間反強磁性結合により、裏打ち層22における磁壁の発生が抑制され、磁壁により生じていたスパイクノイズが低減される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、この基板上に形成された磁気記録層とより成り、磁気記録層は基板に垂直な方向での磁化により記録が行われる垂直磁化層である垂直磁気記録媒体であって、

前記垂直磁化層における磁化の方向がより垂直な方向に向くようにする裏打ち層が垂直磁化層の基板側に設けられており、

さらに、裏打ち層は積層された複数の軟磁性膜より成るものであってそれら少なくとも一つの界面には、裏打ち層における磁壁発生を抑制する中間層が設けられていることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】 前記中間層は、その中間層を挟んで隣接する一対の前記軟磁性膜を層間反強磁性結合させるものであることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項3】 前記中間層は、ルテニウム、イリジウム、銅、ロジウム、バナジウム、クロム、ニオブ、モリブデン、タンタル、タングステン又はレニウムを含む膜から成ることを特徴とする請求項2記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項4】 前記複数の軟磁性膜は、同じ材料であることを特徴とする請求項1、2又は3記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項5】 基板と、この基板上に形成された磁気記録層とより成り、磁気記録層は基板に垂直な方向での磁化により記録が行われる垂直磁化層である垂直磁気記録媒体を製造する垂直磁気記録媒体製造方法であって、裏打ち層を基板上に形成する裏打ち層形成工程と、裏打ち層形成工程の後、垂直磁化層を形成する垂直磁化層形成工程とを有しており、

前記裏打ち層形成工程は、軟磁性膜を作成した後、この上にその軟磁性膜における磁壁発生を抑制する中間層を形成し、さらにこの中間層の上に別の軟磁性膜を作成する動作を有することを特徴とする垂直磁気記録媒体製造方法。

【請求項6】 前記中間層は、その中間層を挟んで隣接する一対の前記軟磁性膜を層間反強磁性結合させる膜から成ることを特徴とする請求項5記載の垂直磁気記録媒体製造方法。

【請求項7】 前記中間層形成工程は、前記層間反強磁性結合させる膜を作成する工程であって、前記別の軟磁性膜の上にこの膜を作成する工程と、その上にさらに別の軟磁性膜を作成する動作を1回以上繰り返すことを特徴とする請求項6記載の垂直磁気記録媒体製造方法。

【請求項8】 前記層間反強磁性結合させる膜は、ルテニウム、イリジウム、銅、ロジウム、バナジウム、クロム、ニオブ、モリブデン、タンタル、タングステン又はレニウムを含む膜であることを特徴とする請求項6又は7記載の垂直磁気記録媒体製造方法。

【請求項9】 前記軟磁性膜は、すべて同じ材料であることを特徴とする請求項5乃至8いずれかに記載の垂直磁気記録媒体製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータの外部記憶装置としてのハードディスク等の磁気記録媒体に関するものであり、特に、次世代の記録方式として期待される垂直磁気記録を行う垂直磁気記録媒体に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】磁気記録媒体は、記憶容量増大の絶えざる要求の下、年率100%を超える飛躍的な面記録密度の向上を遂げてきた。現在の面記録密度は35ギガビット/平方インチ程度になっており、将来的には100ギガビット/平方インチに達すると言われている。現在市販されている磁気記録媒体は、長手方向記録方式が殆どであるが、長手方向記録方式は限界に近づいていると考えられており、100ギガビット/平方インチを超える次世代の磁気記録媒体においては、垂直磁気記録方式が一般的になるとみられている。長手方向記録は、記録面に沿った特定の方向に磁化して記録するものである。長手方向記録において面記録密度を高くすることは、磁区を小さくすることに直結する。このため、長手方向記録では、微細な磁区を十分に大きな磁場強度で磁区を磁化することが困難になり、センス電流があまり微弱になってしまう。つまり、長手方向記録では、まず磁気ヘッドの側で限界に達すると予想される。

【0003】また、長手方向記録において面記録密度をさらに向上させるには、結晶粒をより微細化することとの関係上、磁気記録層を構成する磁性膜をより薄くする必要がある。しかしながら、より小さく磁区をより薄い磁性膜で実現すると、磁区の体積が小さくなるため、熱ゆらぎの影響を受け易くなる。磁化された磁区は、通常は、逆方向の磁界の印加によらない限り磁化が維持される。しかしながら、実際は、熱ゆらぎによって磁化が経時的に僅かずつ解消してしまう。従って、磁区が絶対零度に冷却されない限り、永久的な磁化状態の保持というのは不可能である。磁気記録媒体において、この熱ゆらぎの問題が極端に現れると、記憶した情報が数年後に部分的に消滅するという事態になり得る。磁気記録媒体が半永久的なデータ保存用として用いられている場合、この事態は深刻である。

【0004】熱ゆらぎは、磁化された粒子が熱振動によって逆向きに反転して磁化されてしまう熱磁緩和現象である。特に、磁化遷移領域に近い場所の磁化粒子は、隣接する磁区からの反転磁界の影響を受け、逆向きに反転磁化される熱磁緩和が生じやすい。長手方向記録において面記録密度を高くしていくと、磁区の体積が小さくなるので、相対的に磁化遷移領域が大きくなる。この

ため、熱ゆらぎの影響を受け易い。一方、垂直磁気記録では、記録層の厚さ方向に磁化することで信号を記録するので、磁区が狭くなっても磁区の厚さを確保することで体積をかせぐことができる。このため、磁化強度を確保したり、熱ゆらぎの影響を抑えたりすることが可能となる。このようなことから、100ギガビット/平方インチ以上の次世代の磁気記録媒体においては、垂直記録方式が一般的になるだろうと言われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、垂直磁気記録の実用化にはまだ多くの課題が残されており、その一つが低ノイズ化である。本願の発明は、このような状況を考慮して成されたものであり、垂直磁気記録媒体の低ノイズ化を解決課題としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本願の請求項1記載の発明は、基板と、この基板上に形成された磁気記録層とより成り、磁気記録層は基板に垂直な方向での磁化により記録が行われる垂直磁化層である垂直磁気記録媒体であって、前記垂直磁化層における磁化の方向がより垂直な方向に向くようにする裏打ち層が垂直磁化層の基板側に設けられており、さらに、裏打ち層は積層された複数の軟磁性膜より成るものであるとてそれら少なくとも一つの界面には、裏打ち層における磁壁発生を抑制する中間層が設けられているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項2記載の発明は、前記請求項1の構成において、前記中間層は、その中間層を挟んで隣接する一対の前記軟磁性膜を層間反強磁性結合させるものであるという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項3記載の発明は、前記請求項2の構成において、前記中間層は、ルテニウム、イリジウム、銅、ロジウム、バナジウム、クロム、ニオブ、モリブデン、タンタル、タングステン又はレニウムを含む膜から成るという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項4記載の発明は、前記請求項1、2又は3の構成において、前記複数の軟磁性膜は、同じ材料であるという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項5記載の発明は、基板と、この基板上に形成された磁気記録層とより成り、磁気記録層は基板に垂直な方向での磁化により記録が行われる垂直磁化層である垂直磁気記録媒体を製造する垂直磁気記録媒体製造方法であって、裏打ち層を基板上に形成する裏打ち層形成工程と、裏打ち層形成工程の後、垂直磁化層を形成する垂直磁化層形成工程とを有しており、前記裏打ち層形成工程は、軟磁性膜を作成した後、この上にその軟磁性膜における磁壁発生を抑制する中間層を形成し、さらにこの中間層の上に別の軟磁性膜を作成する動作を有するという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項6記載の発明は、前記請求項5の構成において、前記中間層は、その中間層を挟んで

隣接する一対の前記軟磁性膜を層間反強磁性結合させる膜から成るという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項7記載の発明は、前記請求項6の構成において、前記中間層形成工程は、前記層間反強磁性結合させる膜を作成する工程であって、前記別の軟磁性膜の上にこの膜を作成する工程と、その上にさらに別の軟磁性膜を作成する動作を1回以上繰り返すという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項8記載の発明は、前記請求項6又は7の構成において、前記層間反強磁性結合させる膜は、ルテニウム、イリジウム、銅、ロジウム、バナジウム、クロム、ニオブ、モリブデン、タンタル、タングステン又はレニウム又はロジウムを含む膜であるという構成を有する。また、上記課題を解決するため、請求項9記載の発明は、前記請求項5乃至8いずれかの構成において、前記軟磁性膜は、すべて同じ材料であるという構成を有する。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の実施の形態（以下、実施形態）について説明する。図1は、本願発明の実施形態に係る磁気記録媒体の断面概略図である。図1に示す磁気記録媒体は、ディスク状の基板1と、基板1上に形成された磁気記録層とより成っている。磁気記録層は、基板1に垂直な方向での磁化により記録が行われる垂直磁化層21である。そして、本実施形態の磁気記録媒体は、垂直磁化層21に加え、垂直磁化層21の基板1側に裏打ち層22が設けられた構造となっている。

【0008】裏打ち層22は、垂直磁化層21における磁化の方向がより垂直な方向に向くようにするものである。図2は、裏打ち層22の作用について説明する図である。図2(1)に示すように、不図示の磁気ヘッドによって情報の記録を行う場合、磁気ヘッドによる磁界は、垂直磁化層21に対して垂直な成分を多く有しているものの、垂直磁化層21の下端付近ではどうしても発散した磁界となり易い。このため、このままであると、垂直磁化層21が下側部分で垂直磁気異方性（垂直方向での保磁力が強くなる異方性）が低下し易い。また、磁気ヘッドに戻ってくる磁束が磁界の発散により少なくなり易いため、磁化強度を高くすることが難しいという問題もある。

【0009】一方、透磁率の高い軟磁性膜より成る裏打ち層22を垂直磁化層21の下側に設けると、磁束が裏打ち層22に集まるため磁束の発散を抑制できる。この結果、図2(2)に示すように、磁気ヘッドからの磁束は垂直磁化層21の下端付近でもより垂直になり、垂直磁気異方性が高く維持される。また、磁化強度も容易に高くできる。

【0010】本実施形態の磁気記録媒体の大きな特徴点は、上述した裏打ち層22が、軟磁性膜の単層構造ではなく、複数の裏打ち層22から成る多層構造となっており、さらに、その境界部分に、裏打ち層22における磁

壁形成を抑制する中間層23が設けられている点である。具体的には、図1に示すように、裏打ち層22は三層に分かれており、その間にそれぞれ中間層23が挿入されている。

【0011】中間層23の採用は、二層型垂直磁気記録媒体特有のノイズについての発明者の研究の成果である。二層型垂直磁気記録媒体では、スパイクノイズという特有のノイズが発生することが確認されている。スパイクノイズとは、出力信号の中にリップル状のノイズ信号が現れる現象である。スパイクノイズは、媒体のある部分で局所的に生ずることが判っており、裏打ち層22の軟磁性膜に生じる磁壁が原因であると考えられている。

【0012】本願の発明者がスパイクノイズの低減について鋭意研究したところ、裏打ち層22中にある材料の層を挿入することでスパイクノイズが低減させることができることが判ってきた。具体的には裏打ち層22を二つの層に分割し、その間に非磁性膜を設けるとスパイクノイズが低減させることができる。図3は、中間層23による磁壁の低減について説明した図であり、裏打ち層22の磁化状態について模式的に示した図である。このうち、図3(1-1)、(2-1)は断面図、(1-2)、(2-2)は裏打ち層22の部分の平面図である。

【0013】上述したように、裏打ち層22としては、軟磁性膜のような透磁率の高い膜が形成される。通常、このような膜は、ある大きさの結晶から成っている。結晶の方向は、成膜時の環境によってある程度の方向性を持つ場合が多いが、基本的には図3(1-2)に示すように、ランダムである。いずれにしても、このような裏打ち層22が垂直磁化層21の磁化とともに磁化された際、結晶の方向に異なる向きに磁化されるため、図3(1-1)、(1-2)に示すように、磁壁24が発生し易い。一方、裏打ち層22を二つに分割し、その間に非磁性体より成る中間層23を設けると、図3(2-1)、(2-2)に示すように、磁化の向きがそろい易くなるため、磁壁24の発生を抑制することができる。本実施形態では、特に、二つの裏打ち層22が層間結合を行うよう上記中間層23を構成しており、さらに磁壁24の形成を抑制するようになっている。以下、この点について説明する。

【0014】層間結合は、原子間の磁気モーメントの伝導電子を媒介とした相互作用の一つであり、希土類金属等に見られる間接交換相互作用(RKKY相互作用)の一つである。間接交換相互作用では、価電子数Nではなくスピン粒子間の距離により、その相互作用の符号が正(強磁性的)になったり、負(反強磁性的)になったりする。その周期は、伝導電子のバンド、特にフェルミ面の構造に依存するが、本実施形態では、このうち反強磁性的な結合が行われる部分を選択する。

【0015】具体的には、中間層23としてルテニウム膜を厚さ0.8nm程度で形成し、中間層23を挟む二つの裏打ち層22を層間反強磁性結合させる。この結果、裏打ち層22に生じていた磁壁24が少なくなり、スパイクノイズをさらに低減させることができる。つまり、ルテニウム膜による反強磁性結合のように強い層間結合が生じていると、各裏打ち層22内の結晶の方向性により磁化の向きが決まる傾向よりも、層間結合により層毎に揃った向きに磁化される傾向の方が支配的になる(図3(2-1)、(2-2))。このため、磁壁24の発生がさらに抑制できるのである。

【0016】この他、本願発明は、基板1と最下層の裏打ち層22との間に第一下地層3を有する。第一下地層3は、シード層とも呼ばれ、裏打ち層22の結晶化度や結晶の配向等を制御するためのものである。第一下地層3としては任意の材料が選択できるが、Ta膜、CoCr膜等が採用できる。また、最上層の裏打ち層22と垂直磁化層21との間には、第二下地層4が設けられている。第二下地層4は、上層の垂直磁化層21の結晶化度や結晶の配向等を制御するためのものであり、同様にTa膜やCoCr膜等が採用できる。また、垂直磁化層21の上には保護層5が形成されている。保護層5も任意の材料が採用でき、Ta膜、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜等である。

【0017】次に、本願発明の他の実施形態について説明する。図4は、本願発明の別の実施形態に係る磁気記録媒体の断面概略図である。図1に示す実施形態では、裏打ち層22は三分割されたが、図4に示す各実施形態では、別の分割数となっている。即ち、図4(1)は二分分割、(2)は四分分割、(3)は五分分割、(4)は六分割、(5)は七分分割となっている。より細かく分割して各境界部分に中間層23を設けて層間結合させると、層間結合がより強くなり、磁壁発生をさらに低減させることができる。

【0018】

【実施例】以下、上記実施形態の属する実施例について説明する。基板1はガラス製であり、この上に下地層3としてTa膜を5nm程度の厚さで設ける。そして、下地層3の上には、裏打ち層22としてNiFe合金膜を設ける。裏打ち層22は、全体で100nm程度とする。つまり、図1に示す実施形態では、各裏打ち層22の厚さは33.3nm程度、図4(1)に示す実施形態では50nm程度、(3)では25nm程度、(4)では20nm程度、(5)では16.17nm程度、(6)では14.29nm程度とする。中間層23としては、いずれの実施形態においても、ルテニウム膜を0.8nm程度で設ける。これにより、各裏打ち層22が層間反強磁性結合し、磁壁発生抑制の効果が高く得られる。尚、層間反強磁性結合が得られる中間層23の厚さは、材料により若干異なるが、0.8~1.8nm程度

である。ルテニウムの場合は0.8nmであるが、Crの場合には1.8nmである。

【0019】また、製造方法としては、最下層の裏打ち層22の上に中間層22を形成した後、この上にさらに裏打ち層22を形成し、さらにその上に中間層22を形成する。そして、この裏打ち層22の形成と中間層22とを所定回数繰り返す。垂直磁化層21として、CoCrPtB膜を10~15nm程度の厚さで設ける。そして、その上に、保護層5としてカーボン膜を5nm程度の厚さで設ける。尚、各層の薄膜は、いずれもスパッタリングにより作成することができ、マグネトロンスパッタリングによると、成膜速度が高く生産性の点で好ましい。

【0020】上記各実施形態及び各実施例では、裏打ち層22の材料としてNiFe膜が使用されたが、NiFeNb膜、FeTaC膜、CoNbZr膜、CoTaZr膜等でもよい。尚、分割された裏打ち層22がすべて同じ材料である必要はなく、異種材料の裏打ち層22であってよい。但し、同じ材料にしておくと、スパッタリングの際に同じターゲットが使用できる等、製造上のメリットが大きい。

【0021】また、中間層23としては、ルテニウムの他、イリジウム(Ir)、銅(Cu)、Rh(ロジウム)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、ニオブ(Nb)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、タングステン(W)又はレニウム(Re)より成る膜であってもよい。尚、中間層23は、裏打ち層22における磁壁発生抑制ができる限り、これらの元素単体から成る膜であってもよいし、これらの元素を合金又は化合物の形で含む膜であってもよい。これらの材料の中では、ルテニウムが、高い層間反強磁性結合を生じさせる作用があり、より好ましい。尚、裏打ち層22が三層以上の多層膜であっても、挿入される中間層23は少なくとも一層あれば足り、磁壁発生抑制の効果が得られる。

【0022】また、本願発明が対象とする垂直磁気記録媒体は、ハードディスクの他、フレキシブルディスクやZIPディスクのような他の媒体でもよい。また、光磁\*

\*気ディスク(MOディスク)のような磁気的作用とともに磁気以外の作用を利用する記録媒体についても、本願発明を利用することができる。さらに、磁気記録媒体の用語は最も広く解釈されるものであり、MRAM(Magnetic Random Access Memory)のような磁気的作用を使用した半導体メモリ等も含まれる。

【0023】

【発明の効果】以上説明した通り、本願の請求項1又は5の発明によれば、中間層により裏打ち層中の磁壁発生が抑制されるので、スパイクノイズが低減された高性能の垂直磁気記録媒体が得られる。また、請求項2又は6の発明によれば、上記効果に加え、中間層を挟む二つの裏打ち層が層間反強磁性結合するので、磁壁発生がさらに抑制される。このため、スパイクノイズがさらに低減される。また、請求項4又は9記載の発明によれば、複数の裏打ち層が同じ材料であるので、製造上のメリットが大きいという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明の実施形態に係る磁気記録媒体の断面概略図である。

【図2】裏打ち層22の作用について説明する図である。

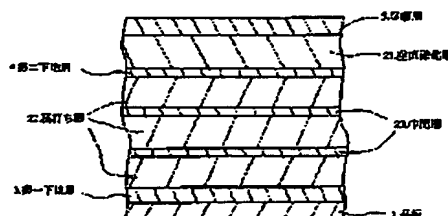
【図3】中間層23による磁壁の低減について説明する断面図であり、裏打ち層22の磁化状態について模式的に示した図である。

【図4】本願発明の別の実施形態に係る磁気記録媒体の断面概略図である。

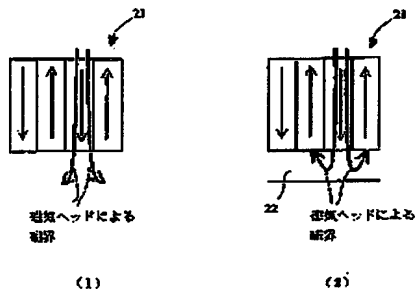
【符号の説明】

- 1 基板
- 21 垂直磁化層
- 22 裏打ち層
- 23 中間層
- 24 磁壁
- 3 第一下地膜
- 4 第二下地膜
- 5 保護層

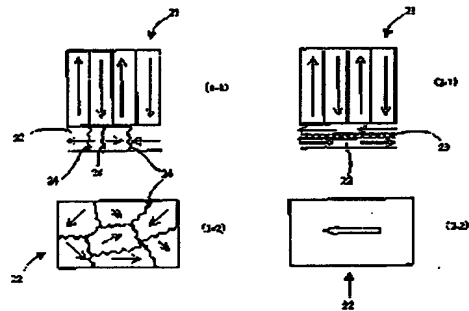
【図1】



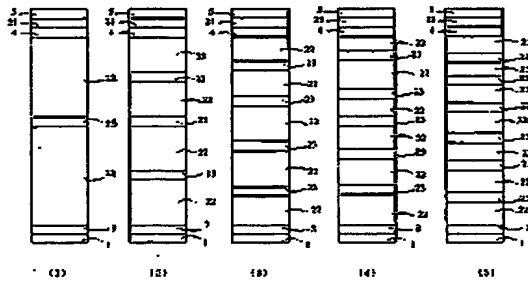
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D006 CA03 CA05 CA06 DA03 DA08  
FA09  
5D112 AA03 AA24 BD03 FA04  
5E049 BA08 DB12 GC01